

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-179805

(43)Date of publication of application : 05.08.1991

(51)Int.Cl.

H01Q 15/08
H01B 3/00

(21)Application number : 01-320110

(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 07.12.1989

(72)Inventor :
IMAGAWA SHUNJIRO
HARADA ATSUSHI
NAGAKUBO HIROSHI
KAWABATA KAZUYA
YAMADA HIDEAKI

(54) COMPOSITE MATERIAL FOR DIELECTRIC LENS ANTENNA

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a large specific dielectric constant and to simply adjust the specific dielectric constant by mixing a high dielectric constant ceramic and a thermoplastic high polymer material at a specific rate.

CONSTITUTION: The material includes 3-70vol.% of a high dielectric ceramics and 30-97vol.% of a high polymer material, in which average particle diameter of the high dielectric ceramics is preferably 1-50 μ m, a thermoplastic high polymer material is used for the high polymer material and the mechanical quality coefficient of the thermoplastic high polymer material is 150 or over. Thus, the specific dielectric constant is varied, flexibility is provided, injection molding is attained, the dielectric characteristic is made stable and the reduction in the antenna gain is prevented.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

⑩ 公開特許公報(A) 平3-179805

⑫ Int. Cl.³

H 01 Q 15/08
H 01 B 3/00

識別記号

A

庁内整理番号

9067-5 J
9059-5 G

⑬ 公開 平成3年(1991)8月5日

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全8頁)

⑭ 発明の名称 誘電体レンズアンテナ用複合材料

⑮ 特 願 平1-320110

⑯ 出 願 平1(1989)12月7日

⑰ 発 明 者 今 川 俊 次 郎 京都府長岡京市天神2丁目26番10号 株式会社村田製作所内

⑰ 発 明 者 原 田 淳 京都府長岡京市天神2丁目26番10号 株式会社村田製作所内

⑰ 発 明 者 長 久 保 博 京都府長岡京市天神2丁目26番10号 株式会社村田製作所内

⑰ 発 明 者 川 端 一 也 京都府長岡京市天神2丁目26番10号 株式会社村田製作所内

⑰ 出 願 人 株式会社村田製作所 京都府長岡京市天神2丁目26番10号

⑰ 代 理 人 弁理士 岡田 全啓

最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

誘電体レンズアンテナ用複合材料

2. 特許請求の範囲

1 高誘電率セラミックスを3~70容量%および高分子材料を30~97容量%含む、誘電体レンズアンテナ用複合材料。

2 前記高誘電率セラミックスの平均粒径を1~50 μ mとした、特許請求の範囲第1項記載の誘電体レンズアンテナ用複合材料。

3 前記高分子材料は、熱可塑性高分子材料である、特許請求の範囲第1項または第2項記載の誘電体レンズアンテナ用複合材料。

4 前記熱可塑性高分子材料の機械的品質係数を150以上とした、特許請求の範囲第1項ないし第3項のいずれかに記載の誘電体レンズアンテナ用複合材料。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は誘電体レンズアンテナ用複合材料に

関する。

(従来技術)

従来の誘電体レンズアンテナ用材料としては、たとえばセラミックス誘電体や高分子材料などが用いられていた。これらの材料をレンズ形状に成形して、誘電体レンズアンテナが作製されていた。

(発明が解決しようとする課題)

しかしながら、誘電体レンズアンテナ用材料としてセラミックス誘電体を用いた場合、仮焼、粉碎、造粒、成形および焼成などの工程が必要であり、誘電体レンズアンテナの製造時間が長くなるとともに、製造コストが大きくなってしまふ。また、セラミックス誘電体を用いると、成形性や加工性などの点で問題があり、複雑な形状にしにくい。さらに、誘電体レンズアンテナは通常屋外において使用されるため、衝撃などによって割れやクラックなどが発生しやすい。

誘電体レンズアンテナ用材料として高分子材料を用いた場合、高周波特性の優れたものを用いても、比誘電率は4程度であった。それに対して、

誘電体レンズアンテナには、4～30程度の比誘電率が必要である。このような高分子材料を用いて比誘電率を調整する場合、たとえば高分子材料を発泡させることなどによって比誘電率を下げることは容易であるが、比誘電率を大きくすることは極めて困難である。

また、誘電体レンズアンテナ用材料として、高誘電率セラミクスと高分子材料との複合材料を用いる場合があったが、高分子材料は加工性、耐衝撃性などを向上させるためのバインダー的な役割であった。誘電体レンズアンテナのアンテナ利得特性をよくするためには、高周波領域における機械的品質係数(Q値)を大きくする必要があるが、従来の複合材料では、高誘電率セラミクスの添加量が少ないため、大きな機械的品質係数を得ることができなかった。

それゆえに、この発明の主たる目的は、簡単に比誘電率を調整して大きい比誘電率を得ることができ、成形性、加工性がよく、かつ耐衝撃性のよい誘電体レンズアンテナを得ることができる誘電

体レンズアンテナ用複合材料を提供することである。

また、この発明のもう1つの目的は、上述の目的に加えて、高周波領域での機械的品質係数の大きい誘電体レンズアンテナを得ることができる誘電体レンズアンテナ用複合材料を提供することである。

(課題を解決するための手段)

この発明は、高誘電率セラミクスを3～70容量%と、高分子材料を30～97容量%とを含む、誘電体レンズアンテナ用複合材料である。

この組成において、好ましくは、高誘電率セラミクスの平均粒径が1～50 μ mに選ばれる。

また、高分子材料として熱可塑性高分子材料を用い、この熱可塑性高分子材料の機械的品質係数は、150以上とすることが望ましい。

(作用)

高誘電率セラミクスと高分子材料との混合割合を変えることにより、比誘電率が変わる。また、高分子材料を用いることにより可塑性が生じ、特

に熱可塑性高分子材料を用いることにより、射出成形が可能となる。

さらに、高誘電率セラミクスの粒径を規定することによって、誘電体レンズアンテナ用複合材料の誘電特性が安定化する。

また、熱可塑性高分子材料の機械的品質係数を150以上にすることによって、アンテナ利得の減少を少なくすることができる。

(発明の効果)

この発明によれば、誘電体セラミクスと高分子材料との混合割合を変えることによって、比誘電率を簡単に変えることができ、比誘電率の大きな誘電体レンズアンテナを得ることができる。

また、高分子材料は可塑性を有するため、この誘電体レンズアンテナ用複合材料を用いることによって、射出成形によって誘電体レンズアンテナを製造することができ、簡単な工程で耐衝撃性のよい誘電体レンズアンテナを得ることができる。さらに、この誘電体レンズアンテナ用複合材料は成形性がよいので、複雑な形状の誘電体レンズア

ンテナを作製することができる。

また、高誘電率セラミクスの粒径を1～50 μ mに規定することによって、安定した誘電特性を得ることができる。したがって、この誘電体レンズアンテナ用複合材料を用いれば、安定した屈折率を得ることができ、それによって安定したアンテナ特性を得ることができる。

また、高周波領域における機械的品質係数が150以上の熱可塑性高分子材料を選ぶことによって、誘電体レンズアンテナのアンテナ利得特性を良好にすることができる。

この発明の上述の目的、その他の目的、特徴および利点は、図面を参照して行う以下の実施例の詳細な説明から一層明らかとなろう。

(実施例)

第1図はこの発明の誘電体レンズアンテナ用複合材料を用いた誘電体レンズアンテナの一例を示す図解図である。この誘電体レンズアンテナ10は誘電体レンズ12を含む。誘電体レンズ12の材料としては、高誘電率セラミクスと高分子材料

との混合物が用いられる。高誘電率セラミックスとしては、たとえば CaTiO_3 、 SrTiO_3 、 $\text{BaO}-\text{Nd}_2\text{O}_3-\text{TiO}_2$ 、 BaTiO_3 および ZnO などが用いられる。また、高分子材料としては、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂、フェノール樹脂、シリコン樹脂、メラミン樹脂、不飽和ポリエステル樹脂などの熱硬化性樹脂、ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリブチレンテレフタレート、ポリフェニレンサルファイド、ポリカーボネート、ポリアセタールなどの熱可塑性樹脂、およびポリイソブレンゴム、ポリブタジエンゴム、ニトリルゴム、エチレン-プロピレンゴムなどのゴムが使用されるが、上述の材料に限定されるものではない。

高誘電率セラミックスと高分子材料との混合割合は、高誘電率セラミックスが3～70容量%の範囲にあり、高分子材料は30～97容量%の範囲となるように設定される。これは、高誘電率セラミックスが70容量%を超える場合、すなわち、高分子材料が30容量%未満の場合では、混練性、成

形性などで実質的にコントロールができなくなるためである。また、高誘電率セラミックスが3容量%未満、すなわち、高分子材料が97容量%以上の場合では、比誘電率が高分子材料のみの場合とほとんど変わらず、誘電体レンズを薄形化することができないためである。誘電体レンズ12の裏面には、レンズ面での電波の反射を少なくするため、必要に応じて整合層14が形成される。整合層14の比誘電率は、誘電体レンズ12の比誘電率の平方根かまたはそれに近い値に設定される。さらに、整合層14の厚みは、所望のマイクロ波の波長の約1/4に設定される。

実験例として、 CaTiO_3 とエポキシ樹脂材料とを用いて誘電体レンズアンテナ用複合材料を作製した。エポキシ樹脂材料としては、エポキシ樹脂、硬化剤および促進剤の混合物を使用した。この実験例では、エポキシ樹脂として油化シエルエポキシ株式会社製のエビコート828、硬化剤として新日本理化株式会社製のMH-700、促進剤として大都産業株式会社製のHD-A C C-

43を使用した。これらのエポキシ樹脂、硬化剤、促進剤を重量比で100:86:1となるように混合してエポキシ樹脂材料を作製した。

CaTiO_3 と上述のエポキシ樹脂材料とを表1に示す割合で混合し、誘電体レンズアンテナ用複合材料を作製した。これらの誘電体レンズアンテナ用複合材料の12GHzにおける比誘電率 ϵ_r を測定し、表1に示した。表1からわかるように、高誘電率セラミックスと高分子材料との混合割合を変えることによって、誘電体レンズアンテナ用複合材料の比誘電率を簡単に変えることができる。

また、この誘電体レンズアンテナ用複合材料を用いて、誘電体レンズアンテナを作製した。まず、 CaTiO_3 を53容量%、上述のエポキシ樹脂材料を47容量%となるように混合し、脱泡した後金型に注型した。そして、120℃で4時間硬化した後徐々に冷却し、金型から取り出して誘電体レンズ12を作製した。

さらに、誘電体レンズ12の表面に整合層14

を形成した。整合層14の材料としては、 CaTiO_3 を13容量%、上述のエポキシ樹脂材料を87容量%混合したものを用いた。これを注型、硬化して上述の誘電体レンズ12の表面に厚さ3.5mmの整合層14を形成した。得られた誘電体レンズアンテナ10を、第2図に示す装置を用いて、通信衛星からの電波を利用してアンテナ利得を測定した。この測定装置20は切換スイッチ22を含み、切換スイッチ22の一方の切換端子に基準アンテナ（ホーンアンテナ）24が接続される。さらに、切換スイッチ22の他方の切換端子には、上述の方法で作製した誘電体レンズアンテナ10が接続される。切換スイッチ22の共通端子はコンバータ26に接続される。そして、コンバータ26は変調成分除去回路28に接続される。さらに、この変調成分除去回路28には、参照アンテナ30が接続される。このようにして、誘電体レンズアンテナ10のアンテナ利得を測定した。なお、誘電体レンズアンテナの直径は300mmとした。

その結果、整合層を形成していない誘電体レンズアンテナのアンテナ利得は23 dBであったのに対し、整合層を形成した誘電体レンズアンテナのアンテナ利得は26 dBであった。

これらの実験例からわかるように、高誘電率セラミクスと高分子材料との混合割合を変えることによって、簡単に誘電体レンズアンテナの比誘電率を調整することができ、大きな比誘電率を有する誘電体レンズアンテナを作製することができる。また、高分子材料には可塑性があるため、この誘電体レンズアンテナ用複合材料を用いた誘電体レンズアンテナでは、従来のものに比べて耐衝撃性の向上を図ることができる。さらに、この誘電体レンズアンテナ用複合材料を用いれば、セラミクス誘電体のみを用いた従来の材料に比べて成形性および加工性が良好となり、また誘電体レンズアンテナの製造工程を短くすることができるため、製造コストを下げるができる。

また、アンテナ利得特性を安定させるためには、高誘電率セラミクスの平均粒径を、1～50 μm

に設定することが好ましい。平均粒径を限定した理由は、平均粒径が1 μm 未満の場合、比誘電率の低下があり、設計通りの比誘電率を得ることができないためである。さらに、平均粒径が小さいため、高誘電率セラミクスを多量に添加する場合、誘電体レンズアンテナ用複合材料の粘度が上がって、成形性に問題が生じる。

また、平均粒径が50 μm を超えると、比誘電率の上昇があり、設計通りの比誘電率を得ることができないためである。さらに、高分子材料と混合する場合、平均粒径が大きいために高誘電率セラミクスが沈降し、誘電体レンズアンテナ用複合材料の組成に不均一が生じる。

実験例として、ポリブチレンテレフタレートと表2に示す粒径のCaTiO₃粉末とを混合して誘電体レンズアンテナ用複合材料を作製した。まず、これらの材料を容量比で3:1となるように混合し、230～240℃に加熱した二本ロールで混練した。これを冷却した後ペレット化し、測定用サンプルを成形した。これらのサンプルにつ

いて、12 GHzにおける比誘電率 ϵ_r を測定し、表2に示した。なお、CaTiO₃粉末の平均粒径は、レーザ散乱法により測定した。また平均粒径はD₅₀値を採用した。

表2からわかるように、高誘電率セラミクスと高分子材料とを混合することによって、大きな比誘電率を得ることができる。また、高誘電率セラミクスの粒径が1～50 μm の範囲にある場合、比誘電率は安定しているが、平均粒径が0.5 μm の場合比誘電率が小さくなり、平均粒径が約100 μm の場合比誘電率が大きくなっていることがわかる。

さらに、ポリブチレンテレフタレートとCaTiO₃粉末とを混合して、誘電体レンズアンテナを作製した。まず、これらの材料を容量比で3:1となるように粗混合した。これを二軸混練押出機で溶融、混練した後、ペレット化した。このペレットを用いて、射出成形によって、第1図に示すような形状の誘電体レンズ12を作製した。

さらに、ポリブチレンテレフタレートを用いて、

誘電体レンズ12の表面に厚さ約3.5 mmの整合層14を形成した。整合層用材料としてポリブチレンテレフタレートを用いたのは、誘電体レンズ本体の比誘電率の平方根に近い比誘電率を有し、また誘電体レンズ本体との密着性を考慮したためである。

得られた誘電体レンズアンテナ10を、第2図に示す装置を用いて、通信衛星からの電波を利用してアンテナ利得を測定した。なお、誘電体レンズアンテナの直径は260 mmとした。

その結果、整合層を形成していない誘電体レンズアンテナのアンテナ利得は24.5 dBであったのに対し、整合層を形成した誘電体レンズアンテナのアンテナ利得は27 dBであった。

これらの実験例からわかるように、高誘電率セラミクスの平均粒径を1～50 μm の範囲にすることによって、安定した比誘電率を有する誘電体レンズアンテナ用複合材料を得ることができる。したがって、この誘電体レンズアンテナ用複合材料を用いれば、安定した屈折率が得られ、それに

よって安定したアンテナ特性を有する誘電体レンズアンテナを作製することができる。

さらに、この誘電体レンズアンテナ用複合材料に使用される高分子材料として熱可塑性高分子材料を用い、この熱可塑性高分子材料の機械的品質係数は、150以上になるように設定されることが望ましい。これは、次のような理由による。

誘電体レンズアンテナのアンテナ利得の減少分 L は、次式で与えられる。

$$L = 27.3n/Q(n-1) \quad (\text{dB})$$

ここで、 n は屈折率を示し、 Q は機械的品質係数を示す。したがって、 $n \gg 1$ の場合、 $L \approx 27.3/Q$ となり、 $L \leq 0.2$ (dB) とすると $Q \geq 136$ となる。このことから、アンテナ利得の減少分を約0.2 (dB) 以下とするために、約150以上の機械的品質係数が必要となる。

また、誘電体レンズアンテナの成形性をよくするためには、高分子材料として熱可塑性高分子材料を用いるのがよい。

実験例として、CaTiO₃の粉末と熱可塑性

樹脂とを使って誘電体レンズアンテナ用複合材料を作製した。ここで用いたCaTiO₃の比誘電率 ϵ_r は180であり、機械的品質係数 Q は1800である。熱可塑性樹脂としては、表3に示す材料を用いた。そして、CaTiO₃粉末と熱可塑性樹脂とを容量比で1:3となるように、乳鉢で粗混合した。この混合物を熱可塑性樹脂の融点より10~20℃高温にした二本ロールで混練した。これを冷却した後粉砕し、ペレット化した。そして、特性測定用に加圧成形し、12GHzにおける比誘電率 ϵ_r および機械的品質係数 Q を測定した。その結果を表3に示した。

また、比較例として、表3に使用した熱可塑性樹脂を単独で成形し、12GHzにおける比誘電率 ϵ_r および機械的品質係数 Q を測定して、その結果を表4に示した。

表3および表4からわかるように、CaTiO₃粉末と熱可塑性樹脂との混合物を使用したサンプルでは、熱可塑性樹脂のみを使用したサンプルに比べて大きな比誘電率を得ることができる。

次に、熱可塑性樹脂単独で機械的品質係数が150以上のもののうち、ポリブチレンテレフタレートを用いて、CaTiO₃粉末との混合割合を変えて誘電特性を測定し、その測定結果を表5に示した。なお、サンプルの作製方法は、上述の方法と同様とした。

表5からわかるように、CaTiO₃粉末とポリブチレンテレフタレートとの混合割合を変えることによって、比誘電率を簡単に制御することができる。

さらに、CaTiO₃粉末とポリブチレンテレフタレートとを用いて誘電体レンズアンテナを作製した。まず、これらの材料を容量比で1:3となるように粗混合した。混合粉末を二軸混練押出機で溶融混練した後、ペレット化した。このペレットを用いて、射出成形によって第1図に示す形状の誘電体レンズ12を作製した。さらに、誘電体レンズの表面に、ポリブチレンテレフタレートを用いて厚み約3.5mmの整合層14を形成した。ポリブチレンテレフタレートを使用した理由は、

誘電体レンズの比誘電率の平方根に近い比誘電率を有し、また誘電体レンズ本体との密着性を考慮したためである。

得られた誘電体レンズアンテナ10を、第2図に示す装置を用いて、通信衛星からの電波を利用してアンテナ利得を測定した。なお、誘電体レンズアンテナの直径は260mmとした。

その結果、整合層を形成していない誘電体レンズアンテナのアンテナ利得は24.5dBであったのに対し、整合層を形成した誘電体レンズアンテナのアンテナ利得は27dBであった。

これらの実験例からわかるように、高誘電率セラミクスと熱可塑性高分子材料とを混合することによって大きな比誘電率を得ることができ、またそれらの混合比率を変えることによって、比誘電率を簡単に調整することができる。したがって、この誘電体レンズアンテナ用複合材料を用いれば、同じ材料系で各種の誘電体アンテナに応用することができる。

また、優れた伝搬損失特性を有する熱可塑性樹

脂を使用することにより、どのような混合割合の複合材料でも優れた伝搬損失特性を示す。

さらに、この誘電体レンズアンテナ用複合材料を用いれば、射出成形が可能であり、誘電体セラミックスのみを用いた場合に比べて誘電体レンズアンテナの製造工程を簡略化することができ、材料の歩留まりもよくなる。また、成形が簡単であるため、複雑な形状の誘電体レンズアンテナを作製することができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の誘電体レンズアンテナ用複合材料を用いた誘電体レンズアンテナの一例を示す図解図である。

第2図は誘電体レンズアンテナのアンテナ利得特性を測定するための測定装置を示す図解図である。

図において、10は誘電体レンズアンテナ、12は誘電体レンズ、14は整合層を示す。

特許出願人 株式会社 村田製作所
代理人 弁理士 岡田 全 啓

表 1

試料 番号	CaTiO ₃ (容量%)	エポキシ樹脂材料 (容量%)	比誘電率 ϵ_r
1	0	100	3
2	13	87	4.5
3	22	78	11
4	37	63	13
5	53	47	20

表 2

*印はこの発明の範囲外

試料 番号	CaTiO ₃ 粉末 平均粒径 (μm)	比誘電率 ϵ_r
1*	0.5	7.3
2	1	8.1
3	5	8.2
4	10	8.1
5	約 50	8.3
6*	約 100	9.7

表 3

試料 番号	CaTiO ₃ 粉末と混合され る熱可塑性高分子材料	誘電特性	
		比誘電率 ϵ_r	機械的品質係数 Q
1	ポリブチレンテトラフレート	7.8	210
2	ポリスチレン	5.7	1650
3	ポリプロピレン	6.6	120
4	ポリフェニレンサルファイド	9.1	420
5	ポリカーボネート	7.1	180
6	アクリロニトリル・ブタジエン・ スチレン共重合体	6.8	160
7	メチルペンタリンポリマー	4.9	370
8	ポリフッ化ビニリデン	10.5	27
9	ポリアセタール	8.8	44

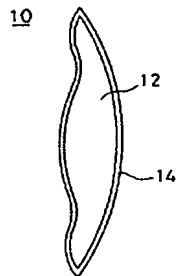
表 4

試料番号	熱可塑性高分子材料	誘電特性	
		比誘電率 ϵ_r	機械的品質係数Q
1	ポリブチレンテレフタレート	3.0	215
2	ポリスチレン	2.5	1180
3	ポリプロピレン	2.5	2649
4	ポリフェニレンサルファイド	3.3	514
5	ポリカーボネート	2.8	178
6	アクリロニトリル・ブタジエン・スチレン共重合体	2.7	161
7	メチルペンチンポリマー	2.1	571
8	ポリフッ化ビニリデン	2.7	28
9	ポリアセタール	2.9	36

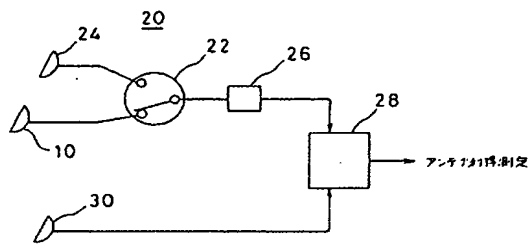
表 5

試料番号	CaTiO ₃ 粉末 (容重%)	ポリブチレンテレフタレート (容重%)	誘電特性	
			比誘電率 ϵ_r	機械的品質係数Q
1	0	100	3.0	215
2	9	91	4.7	217
3	16	84	6.4	230
4	23	77	7.9	270
5	50	50	23.0	400

第 1 図



第 2 図



第1頁の続き

②発明者

山田

秀章

京都府長岡京市天神2丁目26番10号 株式会社村田製作所
内